

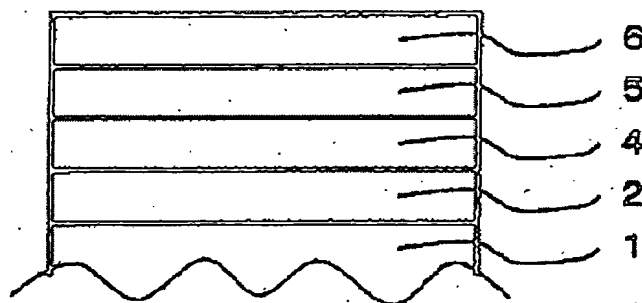
# MAGNETIC RECORDING MEDIUM, METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, SPUTTERING TARGET AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

Patent number: JP2001312815  
 Publication date: 2001-11-09  
 Inventor: SHIMIZU KENJI; SAKAI HIROSHI  
 Applicant: SHOWA DENKO KK  
 Classification:  
 - international: C23C14/34; G11B5/65; G11B5/738; G11B5/851;  
 H01F10/16; H01F10/30; H01F41/18; C23C14/34;  
 G11B5/62; G11B5/64; G11B5/84; H01F10/00;  
 H01F10/12; H01F41/14; (IPC1-7): G11B5/738;  
 C23C14/34; G11B5/65; G11B5/851; H01F10/16;  
 H01F10/30; H01F41/18  
 - european:  
 Application number: JP20000127541 20000427  
 Priority number(s): JP20000127541 20000427

Report a data error here

## Abstract of JP2001312815

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic recording medium more excellent in SNR characteristics, its manufacturing method, a sputtering target with which the magnetic recording medium can be easily manufactured, and a magnetic recording and reproducing device more excellent in SNR characteristics. **SOLUTION:** The magnetic recording medium is provide with a substrate and a perpendicular magnetic film whose easily-magnetized axis is oriented perpendicularly to the substrate. In the case a ground layer consisting of a material containing Co, Zr and carbon is provided between the substrate and the perpendicular magnetic film. The sputtering target used for manufacturing the magnetic recording medium and consisting of a material containing Co, Zr and carbon, the method for manufacturing the magnetic recording medium using the target and the magnetic recording and reproducing device using the magnetic recording medium are also provide.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-312815

(P2001-312815A)

(43) 公開日 平成13年11月9日 (2001. 11. 9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 1 1 B 5/738		G 1 1 B 5/738	4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/34		C 2 3 C 14/34	A 5 D 0 0 6
			R 5 D 1 1 2
G 1 1 B 5/65		G 1 1 B 5/65	5 E 0 4 9
5/851		5/851	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-127541(P2000-127541)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000. 4. 27)

(71) 出願人 000002004

昭和電工株式会社

東京都港区芝大門1丁目13番9号

(72) 発明者 清水 謙治

千葉県市原市八幡海岸通り5番の1 昭和  
電工エイチ・ディー株式会社内

(72) 発明者 酒井 浩志

千葉県市原市八幡海岸通り5番の1 昭和  
電工エイチ・ディー株式会社内

(74) 代理人 100118740

弁理士 柿沼 伸司

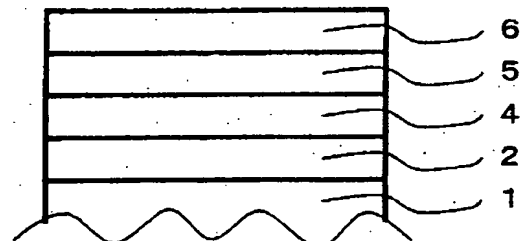
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法、スパッタリングターゲットおよび磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 S N R 特性がさらに優れた磁気記録媒体、その製造方法、この磁気記録媒体を容易に製造することができるスパッタリングターゲット、および S N R 特性のさらに優れた磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 基板とその上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜とが設けられた磁気記録媒体において、基板と垂直磁性膜との間に下地膜が設けられ、下地膜は C o、Z r およびカーボンを含む材料からなるものであることを特徴とする磁気記録媒体。それを製造するに用いる C o、Z r およびカーボンを含む材料からなるスパッタリングターゲット、それを用いた製造方法。該磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板とその上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜とが設けられた磁気記録媒体において、基板と垂直磁性膜との間に下地膜が設けられ、下地膜はCo、Zrおよびカーボンを含むものであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域において、p原子%のCo、q原子%のZrおよびr原子%のカーボンを含むことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体（ここでp、q、rは次の条件を満たす、 $p + q + r \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$ 、 $0.1 \leq r \leq 20$ ）。

【請求項3】下地膜の垂直磁性膜側の表面が、非晶質構造を有することを特徴とする請求項1または2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】下地膜の厚さは、0.5nm以上であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項5】垂直磁性膜が、Co/Cr系、Co/Cr/Pt系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/X系（X：Ta、Zr、Cu、Re、B、Nb、Ge、Siからなる群より選ばれる少なくとも1種）のうちいずれか一つの合金を含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項6】表面の平均粗さRaが、0.5nm以下であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項7】下地膜と垂直磁性膜との間に非磁性下地膜を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項8】下地膜と垂直磁性膜との間に非磁性中間膜を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項9】下地膜と非磁性中間膜との間に非磁性下地膜を有することを特徴とする請求項8に記載の磁気記録媒体。

【請求項10】下地膜と基板との間に軟磁性膜を有することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の磁気記録媒体。

【請求項11】請求項1乃至10のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体の下地膜を作製するために用いられるスパッタリングターゲットであって、Co、Zrおよびカーボンを含むものであることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項12】基板の上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を形成する磁気記録媒体の製造方法において、基板と垂直磁性膜の間に下地膜を形成し、該下地膜の材料としてCo、Zrおよびカーボンを含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項13】基板の上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を形成する磁気記録媒体の製造方法において、基板と垂直磁性膜の間に下地膜を形成する工程を有し、該下地膜を形成する工程は、該下地膜に含まれる第1下地膜を形成しその上に第2下地膜を形成する工程と、第2下地膜中に第1下地膜の材料を拡散させる工程とを含み、第1下地膜を形成する工程では材料としてカーボンを含むスパッタリングターゲットを用い、第2下地膜を形成する工程では材料としてCoおよびZrを含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項14】第2下地膜を形成する条件において基板の温度を150℃以上とすることにより第2下地膜中に第1下地膜の材料を拡散させることを特徴とする請求項13に記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項15】磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気記録媒体が請求項1乃至10のいずれか1項に記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置などに用いられる磁気記録媒体、その製造方法、上記磁気記録媒体の製造に用いられるスパッタリングターゲット、および上記磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、磁気記録媒体としては、磁性膜内の磁化容易軸が主に基板に対し水平に配向した面内磁気記録媒体が広く用いられている。磁気記録媒体の評価指標の一つとしてSNR（Signal to Noise Ratio）特性がある。ここで、SNR特性とは再生信号と媒体ノイズの比で表されるものである。面内磁気記録媒体では、高記録密度化するとビット体積が小さくなりすぎ、熱揺らぎ効果により記録の再生特性が悪化して、すなわち再生信号が低下してSNR特性が不十分となる可能性がある。また、高記録密度化した際に、記録ビット境界での反磁界の影響により媒体ノイズが増加することがある。これに対し、磁性膜内の磁化容易軸が主に基板に対し垂直に配向した、いわゆる垂直磁気記録媒体は、高記録密度化した場合でもビット境界での反磁界の影響が小さく、境界が鮮明な記録磁区が形成されるため低ノイズ化が可能である。しかも、比較的ビット体積が大きくても高記録密度化が可能であることから熱揺らぎ効果にも強く、近年大きな注目を集めており、垂直磁気記録に適した媒体の構造などが提案されている。

【0003】なお、熱揺らぎ効果とは、記録ビットが不安定となり記録したデータの熱的消失が起こる現象をいい、この現象が起こった場合には、磁気記録再生装置に

において記録したデータの再生信号が減衰することがある。

【0004】これらの垂直磁気記録媒体の製造方法として、例えば、Co合金材料からなる垂直磁性膜の下地膜として、特開昭60-214417号公報にはGe、Si材料を用いる方法が、特開昭63-211117号公報には1Å～100Åの範囲の厚さの炭素を含有する材料を用いる方法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】近年では、磁気記録媒体の更なる高記録密度化が要望されており、これに伴いSNR特性をより向上させることが要求されている。本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、SNR特性がさらに優れた磁気記録媒体、その製造方法、この磁気記録媒体を容易に製造することができるスパッタリングターゲット、およびSNR特性のさらに優れた磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】発明者等は、垂直磁性膜とその下地膜の関係を鋭意検討した結果に基づいて本発明を完成するに至った。

1) 上記課題を解決する第1の本発明は、基板とその上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜とが設けられた磁気記録媒体において、基板と垂直磁性膜との間に下地膜が設けられ、下地膜はCo、Zrおよびカーボンを含むものであることを特徴とする磁気記録媒体である。

2) 上記課題を解決する第2の本発明は、下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域において、p原子%のCo、q原子%のZrおよびr原子%のカーボンを含むことを特徴とする上記1)記載の磁気記録媒体（ここでp、q、rは次の条件を満たす、 $p+q+r \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$ 、 $0.1 \leq r \leq 20$ ）である。

3) 上記課題を解決する第3の本発明は、下地膜の垂直磁性膜側の表面が、非晶質構造を有することを特徴とする上記1)または2)に記載の磁気記録媒体である。

4) 上記課題を解決する第4の本発明は、下地膜の厚さは、0.5nm以上であることを特徴とする上記1)乃至3)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

5) 上記課題を解決する第5の本発明は、垂直磁性膜が、Co/Cr系、Co/Cr/Pt系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/X系（X：Ta、Zr、Cu、Re、B、Nb、Ge、Siからなる群より選ばれる少なくとも1種）のうちいずれか一つの合金を含むことを特徴とする上記1)乃至4)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

6) 上記課題を解決する第6の本発明は、表面の平均粗さRaが、0.5nm以下である基板であることを特徴とする上記1)乃至5)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

7) 上記課題を解決する第7の本発明は、下地膜と垂直磁性膜との間に非磁性下地膜を有することを特徴とする上記1)乃至6)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

8) 上記課題を解決する第8の本発明は、下地膜と垂直磁性膜との間に非磁性中間膜を有することを特徴とする上記1)乃至6)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

9) 上記課題を解決する第9の本発明は、下地膜と非磁性中間膜との間に非磁性下地膜を有することを特徴とする上記8)に記載の磁気記録媒体である。

10) 10) 上記課題を解決する第10の本発明は、下地膜と基板との間に軟磁性膜を有することを特徴とする上記1)乃至9)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体である。

11) 上記課題を解決する第11の本発明は、上記1)乃至10)のうちいずれか1項記載の磁気記録媒体の下地膜を作製するために用いられるスパッタリングターゲットであって、Co、Zrおよびカーボンを含むものであることを特徴とするスパッタリングターゲットである。

12) 上記課題を解決する第12の本発明は、基板の上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を形成する磁気記録媒体の製造方法において、基板と垂直磁性膜の間に下地膜を形成し、該下地膜の材料としてCo、Zrおよびカーボンを含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法である。

13) 上記課題を解決する第13の本発明は、基板の上に磁化容易軸が基板に対し垂直に配向した垂直磁性膜を形成する磁気記録媒体の製造方法において、基板と垂直磁性膜の間に下地膜を形成する工程を有し、該下地膜を形成する工程は、該下地膜に含まれる第1下地膜を形成しその上に第2下地膜を形成する工程と、第2下地膜中に第1下地膜の材料を拡散させる工程とを含み、第1下地膜を形成する工程では材料としてカーボンを含むスパッタリングターゲットを用い、第2下地膜を形成する工程では材料としてCoおよびZrを含むスパッタリングターゲットを用いることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法である。

14) 上記課題を解決する第14の本発明は、第2下地膜を形成する条件において基板の温度を150℃以上とすることにより第2下地膜中に第1下地膜の材料を拡散させることを特徴とする上記13)に記載の磁気記録媒体の製造方法。

15) 上記課題を解決する第15の本発明は、磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気記録媒体が上記1)乃至10)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記録再生装置である。

【0007】なお、本明細書中では、原子%をat%とも表記する。また、 $10\text{\AA}=1\text{nm}$ である。「下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域」における界面とは、Zr成分量を下地膜から垂直磁性膜方向に調べたときその成分量が下地膜中の最大量の1/2となる位置と定義する。「下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域」における垂直磁性膜側の界面近傍の領域とは、垂直磁性膜側の界面の位置を0、基板側の界面の位置を100としたときの0~25の範囲とする。成分量はたとえばオージェ電子分光法を用いた深さ方向分析測定により得ることができる。装置は例えば日本電子社製のオージェ電子分光装置(JAMP-10S型)を用いることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の磁気記録媒体の一実施形態を示すもので、ここに示す磁気記録媒体は、基板1上に、下地膜2(以下「CoZrC系下地膜2」ともいう。)、非磁性中間膜4、垂直磁性膜5、および保護膜6を順次形成してなるものである。基板1としては、磁気記録媒体用基板として一般に用いられるNiP合金メッキ膜が形成されたアルミニウム合金基板(以下、「NiPメッキAl基板」ともいう。)のほか、ガラス基板、セラミック基板、カーボン基板、可撓性樹脂基板、またはこれらの基板にNiP合金膜をメッキ法あるいはスパッタ法により形成した基板を用いることができる。基板1の表面は通常磁気記録媒体用基板としてポリッシュされていれば良い。平均粗さRaは0.5nm

(5Å)以下であるのが高記録密度として好ましい。下地膜を軟磁性材料からなるもの(例えばCoCrZr系合金)とした場合、基板表面に円周方向にテクスチャー加工を施したものはスパイク状のノイズを低減することができるのでよりSNR特性を向上できるので好ましい。

【0009】CoZrC系下地膜2は、非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の結晶を微細化させるためのものであり、これにより媒体ノイズを低下させ、磁気記録媒体のSNR特性を向上させることができる。

【0010】そのメカニズムは明確ではないが、以下のように推定する。CoZr系下地膜は、その上に形成する非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の結晶の成長を制御することができる。その結果、CoZr系下地膜を設けることにより垂直磁性膜5の有する磁化容易軸の垂直配向性を向上させることができる。さらに、CoZr系下地膜にカーボンを含ませることにより、カーボンを含むCoZr系下地膜はCoZrC系下地膜2となる。カーボンを含ませたCoZr系下地膜においては、その上に膜を形成する際に膜の結晶粒の核となる核発生源が増加する。膜が形成される際には核発生源を核として膜の結晶粒が形成されるので、核発生源が増加すると結晶粒の間隔が小さくなるので結晶粒は微細化される。本発明では、CoZr系下地膜にカーボンを含ませることによ

り増加させた核発生源を核にして、非磁性中間膜4が形成されるので、その膜は微細化した結晶粒を有するものになる。さらにその上に形成される垂直磁性膜5の結晶粒は微細化した状態となる。一方、非磁性中間膜4が無く垂直磁性膜5が形成される場合は、垂直磁性膜5が同様に微細化した結晶粒を有するものになる。以上のように、垂直磁性膜5の結晶粒が微細化しているので、媒体のノイズ特性を向上させることができると推定する。

【0011】CoZrC系下地膜2には、CoZrおよびカーボンを含む材料が用いられる。CoZrC系下地膜2中のCoの含有率はp原子%、Zrの含有率はq原子%、カーボンの含有率はr原子%とするのが望ましい。ここでp、qおよびrは、 $p+q+r\leq 100$ 、 $50\leq p$ 、 $4\leq q$ 、 $0.1\leq r\leq 20$ の条件を満たすのが好ましい。p、qおよびrは、 $p+q+r\leq 100$ 、 $50\leq p$ 、 $4\leq q$ 、 $1\leq r\leq 5$ の条件を満たすのがさらに好ましい。

【0012】少なくともCoZrC系下地膜2の垂直磁性膜5側の界面近傍の領域においてp原子%のCo、q原子%のZrおよびr原子%のカーボンを含むことが好ましい。ここでp、qおよびrは、 $p+q+r\leq 100$ 、 $50\leq p$ 、 $4\leq q$ 、 $0.1\leq r\leq 20$ の条件を満たすのが好ましい。p、qおよびrは、 $p+q+r\leq 100$ 、 $50\leq p$ 、 $4\leq q$ 、 $1\leq r\leq 5$ の条件を満たすのがさらに好ましい。この含有率が上記範囲内であると、ノイズ特性の向上の効果が得られる。

【0013】CoZrC系下地膜2は、Co、Zrおよびカーボンからなるものであってもよいし、他の元素M(例えばCr、Nb、Ru、Siのうちから選ばれる1種または2種以上)を含む材料からなるものであってもよい。Mをs原子%含ませることができる。ここでp、q、rおよびsは、次の条件を満たすのが好ましい。 $p+q+r\leq 100$ 、 $50\leq p$ 、 $4\leq q$ 、 $0.1\leq r\leq 20$ 、 $s\leq 50$ 。

【0014】たとえば、Co30Cr10Zr2C(Crの含有量は30at%、Zrの含有量は10at%、Cの含有量は2at%、残りはCo)で表わされる合金を用いることができる。

【0015】さらに、CoZrC系下地膜2の構造は、非晶質構造をなすものであることが望ましい。非晶質構造を有することにより、その上に形成された非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の有する磁化容易軸の垂直配向性がより効果的に向上すると推定している。非晶質構造であることは、たとえば、形成した膜をX線回折装置を用いて回折強度分布を測定した時にCoZrC系下地膜2起因のピークが存在しないことで確認することができる。

【0016】CoZrC系下地膜2の厚さは、0.5nm以上(すなわち5Å以上)、好ましくは2~30nm(すなわち20~300Å)とするのが好ましい。この

厚さが上記範囲未満であると、ノイズ特性を向上させる効果が低下する。また、この厚さが上記範囲を越えると、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起きやすくなり、ノイズ特性が低下しSNR特性が低下するため好ましくない。

【0017】非磁性中間膜4は、媒体の保磁力を高めるためのもので、hcp（六方最密パッキング）構造を有する非磁性材料からなるものとされる。非磁性中間膜4の材料としては、Co/Cr系、Co/Cr/Pt系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/X系（X：Ta、Zr、Cu、Re、B、Nb、Ge、Siのうち1種または2種以上）のうちいずれかの合金を用いるのが好適である。特に、Crの含有率が25～50at%、Ptの含有率が0～15at%、Xの含有率が0～10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものを用いるのが好ましい。非磁性中間膜4は、単層構造をなすものとしても良いし、多層構造をなすものとしてもよい。多層構造とする場合には、上記材料から選ばれた互いに同一または異なる複数の材料を積層したものとすることができる。

【0018】非磁性中間膜4の厚さは、50nm（500Å）以下とするのが好ましい。この厚さが50nm（500Å）を超えると、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起きやすくなり、ノイズ特性が低下するため好ましくない。非磁性中間膜4の厚さは、5～20nm（50～200Å）とするのがより好ましい。多層にした場合の非磁性中間膜4の厚さは、上記理由から、全体で50nm（500Å）以下、好ましくは5～20nm（50～200Å）とするのが望ましい。

【0019】垂直磁性膜5は、その磁化容易軸が基板に対し垂直方向に配向した磁性材料からなるものであり、その材料としては、Co/Cr系、Co/Cr/Pt系、Co/Cr/Ta系、Co/Cr/Pt/X系（X：Ta、Zr、Cu、Re、B、Nb、Ge、Siから選ばれるいずれか1種または2種以上）のうちいずれかの合金を用いるのが好ましい。中でも特に、Crの含有量が13～25at%、Ptの含有量が0～15at%、Xの含有量が0～5at%、残部がCoからなるCo合金を用いるのが好ましい。上記各成分の含有率が上記範囲を外れると、ノイズ特性または再生信号が低下するため好ましくない。垂直磁性膜5は、単層構造をなすものとしても良いし、多層構造をなすものとしてもよい。多層構造とする場合には、上記材料から選ばれた互いに同一または異なる複数の材料を積層したものとすることができる。

【0020】基板に対して垂直方向に配向した状態とは、例えば、X線回折装置を用いたロッピングカーブ法によるX線回折強度分布においてCo（0002）面のピークの半価幅が10度以下となる状態である。好ましくは5度以下である。

【0021】垂直磁性膜5の厚さは、10～100nm（100～1000Å）とするのが好ましい。垂直磁性膜5の厚さが10nm（100Å）未満であると、十分な磁束が得られず、再生信号が低下する。また、垂直磁性膜5の厚さが100nm（1000Å）を超えると垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起き、ノイズ特性が低下するため好ましくない。垂直磁性膜5の厚さは、30～70nm（300～700Å）にするのがさらに好ましい。これは、垂直磁性膜5の厚さをこの範囲とすると、再生信号をさらに向上させるとともに、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化を防ぎ、ノイズ特性をより高めることができるためである。

【0022】垂直磁性膜5の結晶粒はその平均粒径が5～15nm（50～150Å）としたものが好ましい。平均粒径は、たとえば磁性膜の結晶粒をTEM（透過型電子顕微鏡）観察して観察像を画像処理装置などで処理して平均粒径を求めることができる。

【0023】保護膜6は、垂直磁性膜5の腐食を防ぎ、媒体表面の損傷を防ぐためのもので、従来公知の材料を使用でき、例えばC、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>の単一組成、またはこれらを主成分とし他元素を含むものが使用可能である。保護膜6の厚さは、耐腐食性、摺動性から1～20nm（すなわち10～200Å）が望ましい。さらには、スペーシングロスを低減させ十分な再生信号を得るために、1～10nm（すなわち10～100Å）とするのがより好ましい。また、保護膜6上には、パーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などからなる潤滑膜を設けるのが好ましい。

【0024】上記構成の磁気記録媒体にあっては基板1上にCoZrC系下地膜2を設けてあるので、基板と垂直磁性膜との間に設けられた下地膜はCo、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものである。よって、非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の結晶を微細化させることができ、その結果媒体ノイズを低減させ、磁気記録媒体のSNR特性を向上させることができる。

【0025】さらにCoZrC系下地膜2を非晶質構造をなす材料からなるものとする、CoZrC系下地膜の上に非磁性中間膜4を介して形成される垂直磁性膜5の垂直配向性を高め、ノイズ特性および保磁力をより向上させることができる。

【0026】また、垂直磁性膜5の直下に、hcp構造を有する非磁性中間膜4を設けられているので、垂直磁性膜5の初期成長時における結晶配向性の乱れを防ぎ、垂直磁性膜5の結晶配向性を向上させ、高保磁力化、低ノイズ化を図ることができる。

【0027】図10は、上記磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の例を示すものである。ここに示す磁気記録再生装置は、図1に示す構成の磁気記録媒体9と、磁気記録媒体9を回転駆動させる媒体駆動部10と、磁気記録媒体9に情報を記録再生する磁気ヘッド11と、こ

の磁気ヘッド 11 を磁気記録媒体 9 に対して相対運動させるヘッド駆動部 12 と、記録再生信号処理系 13 とを備えている。記録再生信号処理系 13 は、外部からの記録信号を処理して磁気ヘッド 11 に送ったり、磁気ヘッド 11 からの再生信号を処理して外部に送ることができるようになっている。本発明の磁気記録再生装置に用いる磁気ヘッド 11 には、垂直磁気記録再生用ヘッド、記録再生ギャップが短いリング型ヘッドを用いることができる。再生素子として異方性磁気抵抗効果 (AMR) を利用した MR (Magnetoresistance) 素子だけでなく、巨大磁気抵抗効果 (GMR) を利用した GMR 素子などを有したより高記録密度に適したヘッドを用いることができる。

【0028】上記構成の磁気記録媒体を製造するには、基板 1 上に、CoZrC 系下地膜 2、非磁性中間膜 4、垂直磁性膜 5 を順次をスパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティングなどの手法により形成し、続いて保護膜 6 を、プラズマ CVD 法、イオンビーム法、スパッタリング法などにより形成する。

【0029】CoZrC 系下地膜 2 をスパッタリング法により形成する場合には、CoZr およびカーボンを含む材料、例えば Co を 50 at % 以上、Zr を 4 at % 以上、カーボンを 0.1 ~ 20 at %、含む材料からなるスパッタリングターゲットが用いられる。このターゲットとしては、焼結合金ターゲットや、溶製法により製造された合金ターゲットを用いることができ、特に、焼結合金ターゲットを用いるのが好ましい。この焼結合金ターゲットは、上記材料の粉末を用い、これを HIP

(熱間静水圧プレス)、ホットプレス等の従来公知の方法により焼結したものとすることができる。なお上記材料粉末としては、ガスアトマイズ法等の従来公知の方法により製造したものを用いることができる。

【0030】これらの膜を形成するためのスパッタリングの条件は例えば次のようにする。成膜に用いるチャンバー内は真空度が  $10^{-4} \sim 10^{-7}$  [Pa] となるまで排気する。チャンバー内に基板を収容して、所望の保磁力を得るように基板を加熱、例えば 200 ~ 250℃ に加熱した後、Ar ガスを導入して放電させてスパッタ成膜をおこなう。このとき、供給するパワーは 0.2 ~ 2.0 [kW] とし、放電時間とパワーを調節することによって、所望の膜厚を得ることができる。

【0031】また、潤滑膜を形成するには、ディッピング法、スピンコート法などの従来公知の方法を採用することができる。

【0032】上記製造方法で製造された磁気記録媒体にあっては、基板 1 上に CoZrC 系下地膜 2 を設けてあるので、基板と垂直磁性膜との間に設けられた下地膜は Co、Zr およびカーボンを含む材料からなるものである。また、基板と垂直磁性膜との間に設けられた下地膜は少なくとも垂直磁性膜側の表面において p 原子%の C

o、q 原子%の Zr および r 原子%のカーボンを含むものである。(ここで p、q および r は、次の条件を満たすのが好ましい。 $p+q+r \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$ 、 $0.1 \leq r \leq 20$ )。よって、非磁性中間膜 4 および垂直磁性膜 5 の結晶を微細化させることができ、その結果媒体ノイズを低減させ、磁気記録媒体の SNR 特性を向上させることができる。

【0033】また上記製造方法で製造された磁気記録媒体にあっては、垂直磁性膜の結晶粒の平均粒径を 50 ~ 150 Å とすることができる。

【0034】また、上記スパッタリングターゲットによれば、Co、Zr およびカーボンを含む材料からなるものであるため、CoZrC 系下地膜 2 を容易に作製することができる。よって、上記磁気記録媒体の製造を容易にすることができる。

【0035】図 1 記載の磁気記録媒体は、hcp 構造を有する材料からなる非磁性中間膜 4 を設けたが、本発明の磁気記録媒体はこれに限らず、非磁性中間膜 4 を設けなくてもよい。非磁性中間膜 4 を設けない場合の磁気記録媒体を図 2 に示す。

【0036】本発明の磁気記録媒体において、下地膜 2 は基板 1 と垂直磁性膜 5 との間に設けられていれば良く、基板 1 と下地膜 2 との間、または下地膜 2 と垂直磁性膜 5 との間に他の下地膜が設けられても良い。

【0037】例えば、図 1、2 記載の磁気記録媒体に、CoZrC 系下地膜 2 と非磁性中膜 4 の間に非磁性の hcp 構造、または fcc 構造からなる非磁性下地膜 7 を設けても同様にノイズ特性を向上することができる。非磁性下地膜 7 を設けた場合の磁気記録媒体を図 3、4 に示す。非磁性下地膜 7 の材料としては、Ti、Zr、Ru、Cu から選ばれるいずれかを用いることができる。またその膜厚は 2 ~ 50 nm (好ましくは 5 ~ 20 nm) (すなわち 20 ~ 500 Å (好ましくは 50 ~ 200 Å)) とするのが好ましい。

【0038】さらに例えば、図 1、2、3、4 記載の磁気記録媒体に、基板 1 と CoZrC 系下地膜 2 の間に軟磁性膜 8 を設けても同様にノイズ特性を向上することができる。軟磁性膜 8 を設けた場合の磁気記録媒体を図 5、6、7、8 に示す。軟磁性膜 8 の材料としては、パーマロイ合金、センダスト合金、Co 非晶質軟磁性材料から選ばれるいずれかを用いることができる。またその膜厚は 100 nm 以上 (好ましくは 250 ~ 600 nm) (すなわち 1000 Å 以上 (好ましくは 2500 ~ 6000 Å)) とするのが好ましい。

【0039】上記構成の磁気記録媒体において、静磁気特性の一つである保磁力を 2500 [エルステッド] 以上 (より好ましくは 3000 [エルステッド] 以上) としたものは好ましい。高記録密度で使用したときの再生信号の低下が少なく再生信号が向上するので、SNR 特性をより向上できるからである。

【0040】また本明細書において主成分とは当該成分を 50 at % を越えて含むことを指す。

【0041】別の実施形態を説明する。図 9 は、本発明の磁気記録媒体の別の実施形態を示す。ここに示す磁気記録媒体は、基板 1 上に、第 1 下地膜 2 a（以下「カーボン下地膜 2 a」ともいう。）とその上の第 2 下地膜 2 b（以下「CoZr 系下地膜 2 b」ともいう。）から構成される Co、Zr およびカーボンを含む材料からなる下地膜 2、非磁性中間膜 4、垂直磁性膜 5、および保護膜 6 を順次形成したものであり、ここで第 2 下地膜 2 b はその中にカーボン下地膜 2 a の材料が拡散したものである。すなわち、先に説明した図 1 の実施形態において、下地膜 2 を第 1 下地膜 2 a とその上の第 2 下地膜 2 b とからなる 2 層構造とし、第 2 下地膜 2 b 中にカーボン下地膜 2 a の材料を拡散させたものである。

【0042】基板 1 としては、磁気記録媒体用基板として一般に用いられる NiP 合金メッキ膜が形成されたアルミニウム合金基板（以下、「NiP メッキ Al 基板」ともいう。）のほか、ガラス基板、セラミック基板、カーボン基板、可撓性樹脂基板、またはこれらの基板に NiP 合金膜をメッキ法あるいはスパッタ法により形成した基板を用いることができる。基板 1 の表面は通常磁気記録媒体用基板としてポリッシュされていれば良い。平均粗さ Ra は 0.5 nm (5 Å) 以下であるのが高記録密度として好ましい。下地膜を軟磁性材料からなるもの（例えば CoCrZr 系合金）とした場合、基板表面に円周方向にテクスチャー加工を施したものはスパイク状のノイズを低減することができるのでより SNR 特性を向上できるので好ましい。

【0043】カーボン下地膜 2 a、CoZr 系下地膜 2 b は、非磁性中間膜 4 および垂直磁性膜 5 の結晶を微細化させるためのものであり、これにより媒体ノイズを低下させ、磁気記録媒体の SNR 特性を向上させることができる。

【0044】そのメカニズムは明確ではないが、以下のように推定する。CoZr 系下地膜はその上に形成する非磁性中間膜 4 および垂直磁性膜 5 の結晶の成長を制御することができる。その結果、CoZr 系下地膜を設けることにより垂直磁性膜 5 の有する磁化容易軸の垂直配向性を向上させることができる。さらに、CoZr 系下地膜 2 b の下にカーボン下地膜 2 a を設けて、さらに拡散により CoZr 系下地膜 2 b 中にカーボンを含ませる。カーボンを含ませた CoZr 系下地膜 2 b においては、その上に膜を形成する際に膜の結晶粒の核となる核発生源が増加する。膜が形成される際には核発生源を核として膜の結晶粒が形成されるので、核発生源が増加すると結晶粒の間隔が小さくなるので結晶粒は微細化される。本発明では、CoZr 系下地膜 2 b にカーボンを含ませることにより増加させた核発生源を核にして、非磁性中間膜 4 が形成されるので、その膜は微細化した結晶

粒を有するものになる。さらにその上に形成される垂直磁性膜 5 の結晶粒は微細化した状態となる。一方、非磁性中間膜 4 が無く垂直磁性膜 5 が形成される場合は、垂直磁性膜 5 が同様に微細化した結晶粒を有するものになる。以上のように、垂直磁性膜 5 の結晶粒が微細化しているので、媒体のノイズ特性を向上させることができる。と推定する。

【0045】カーボン下地膜 2 a には、カーボンを含む材料が用いられる。カーボン下地膜 2 a は、カーボンのみからなるものであってもよいし、カーボンを主成分とし、他の元素（例えば Si、Ti、Zr、Cr、Ta、W のうち 1 種または 2 種以上）を含む材料からなるものであってもよい。カーボン下地膜 2 中のカーボンの含有率は、50 at % 以上（好ましくは 80 at % 以上）とするのが望ましい。この含有率が上記範囲未満であると、ノイズ特性の向上の効果が低下する。

【0046】カーボン下地膜 2 a の厚さは、0.5 nm 以上（すなわち 5 Å 以上）、好ましくは 2~30 nm（すなわち 20~300 Å）とするのが好ましい。この厚さが上記範囲未満であると、ノイズ特性を向上させる効果が低下する。また、この厚さが上記範囲を越えると、垂直磁性膜 5 内の磁性粒子の粗大化が起きやすくなり、ノイズ特性が低下し SNR 特性が低下するため好ましくない。

【0047】CoZr 系下地膜 2 b には、Co および Zr を含む材料とその中に拡散されているカーボン材料とを含む。Co および Zr を含む材料中の Co の含有率は p 原子%、Zr の含有率は q 原子% とするのが望ましい。ここで p および q は、 $p+q \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$  の条件を満たすのが好ましい。p および q は、 $p+q \leq 100$ 、 $40 \leq p$ 、 $5 \leq q$  の条件を満たすのがさらに好ましい。

【0048】Co および Zr を含む材料は、Co および Zr からなるものであってもよいし、他の元素 M（例えば Cr、Nb、Ru、Si のうち 1 種または 2 種以上）を含む材料からなるものであってもよい。M を r 原子% 含ませることができる。ここで p、q および r は、次の条件を満たすのが好ましい。

$$p+q+r \leq 100, 50 \leq p, 4 \leq q, r \leq 40$$

【0049】たとえば、Co<sub>30</sub>Cr<sub>10</sub>Zr（Cr の含有量 30 at %、Zr の含有量 10 at %、残りは Co）で表わされる合金を用いることができる。

【0050】CoZr 系下地膜 2 b は、カーボン下地膜 2 a とその上の CoZr 系下地膜 2 b とからなる 2 層構造であり、Co および Zr を含む材料からなる膜中にカーボン下地膜 2 a に含まれるカーボンを拡散させたものである。

【0051】少なくとも CoZr 系下地膜 2 b の垂直磁性膜側の界面近傍の領域において p 原子%の Co、q 原子%の Zr および r 原子%のカーボンを含むことが好ま



しい。ここで $p$ 、 $q$ および $r$ は、 $p+q+r \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$ 、 $0.1 \leq r \leq 20$ の条件を満たすのが好ましい。 $p$ 、 $q$ および $r$ は、 $p+q+r \leq 100$ 、 $50 \leq p$ 、 $4 \leq q$ 、 $1 \leq r \leq 5$ の条件を満たすのがさらに好ましい。この含有率が上記範囲内であると、ノイズ特性の向上の効果が得られる。

【0052】さらに、 $\text{CoZr}$ 系下地膜2bの構造は、非晶質構造をなすものであることが好ましい。非晶質構造を有することにより、その上に形成された非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の有する磁化容易軸の垂直配向性がより効果的に向上すると推定している。非晶質構造であることは、形成した膜をX線回折装置を用いて回折強度分布を測定した時に $\text{CoZr}$ 系下地膜2b起因のピークが存在しないことで確認することができる。

【0053】 $\text{CoZr}$ 系下地膜2bの厚さは、0.5nm以上（すなわち5Å以上）、好ましくは2〜30nm（すなわち20〜300Å）とするのが好ましい。この厚さが上記範囲未満であると、ノイズ特性を向上させる効果が低下する。また、この厚さが上記範囲を越えると、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起きやすくなり、ノイズ特性が低下しSNR特性が低下するため好ましくない。

【0054】垂直磁性膜5の結晶粒はその平均粒径が50〜150Åとしたものが好ましい。平均粒径は、磁性膜の結晶粒ををTEM観察して例えば観察像を画像処理装置などで処理して平均粒径を求めることができる。

【0055】非磁性中間膜4は、媒体の保磁力を高めるためのもので、hcp構造を有する非磁性材料からなるものとされる。非磁性中間膜4の材料としては、 $\text{Co/Cr}$ 系、 $\text{Co/Cr/Pt}$ 系、 $\text{Co/Cr/Ta}$ 系、 $\text{Co/Cr/Pt/X}$ 系（ $X$ : Ta, Zr, Cu, Re, B, Nb, Ge, Siから選ばれるいずれか1種または2種以上）のうちいずれかの合金を用いるのが好適である。特に、Crの含有率が25〜50at%、Ptの含有率が0〜15at%、Xの含有率が0〜10at%、残部がCoからなるCo合金を主成分とするものを用いるのが好ましい。非磁性中間膜4は、単層構造をなすものとしても良いし、多層構造をなすものとしてもよい。多層構造とする場合には、上記材料から選ばれた互いに同一または異なる複数の材料を積層したものとすることができ

【0056】非磁性中間膜4の厚さは、500Å以下とするのが好ましい。この厚さが500Åを超えると、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起きやすくなり、ノイズ特性が低下するため好ましくない。非磁性中間膜4の厚さは、50〜200Åとするのがより好ましい。多層にした場合の非磁性中間膜4の厚さは、上記理由から、全体で500Å以下、好ましくは50〜200Åとするのが望ましい。

【0057】垂直磁性膜5は、その磁化容易軸が基板に

対し垂直方向に配向した磁性材料からなるものであり、その材料としては、 $\text{Co/Cr}$ 系、 $\text{Co/Cr/Pt}$ 系、 $\text{Co/Cr/Ta}$ 系、 $\text{Co/Cr/Pt/X}$ 系（ $X$ : Ta, Zr, Cu, Re, B, Nb, Ge, Siから選ばれるいずれか1種または2種以上）のうちいずれかの合金を用いるのが好ましい。中でも特に、Crの含有量が13〜25at%、Ptの含有量が0〜15at%、Xの含有量が0〜5at%、残部がCoからなるCo合金を用いるのが好ましい。上記各成分の含有率が上記範囲を外れると、ノイズ特性または再生信号が低下するため好ましくない。垂直磁性膜5は、単層構造をなすものとしても良いし、多層構造をなすものとしてもよい。多層構造とする場合には、上記材料から選ばれた互いに同一または異なる複数の材料を積層したものとすることができ

【0058】基板に対して垂直方向に配向した状態とは、例えば、X線回折装置を用いたロッピングカーブ法によるX線回折強度分布においてCo（002）面のピークの半価幅が10度以下となる状態である。好ましくは5度以下である。

【0059】垂直磁性膜5の厚さは、100〜1000Åとするのが好ましい。垂直磁性膜5の厚さが100Å未満であると、十分な磁束が得られず、再生信号が低下する。また、垂直磁性膜5の厚さが1000Åを超えると垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化が起き、ノイズ特性が低下するため好ましくない。垂直磁性膜5の厚さは、300〜700Åにするのがさらに好ましい。これは、垂直磁性膜5の厚さをこの範囲とすると、再生信号をさらに向上させるとともに、垂直磁性膜5内の磁性粒子の粗大化を防ぎ、ノイズ特性をより高めることができるためである。

【0060】保護膜6は、垂直磁性膜5の腐食を防ぎ、媒体表面の損傷を防ぐためのもので、従来公知の材料を使用でき、例えばC、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ の単一組成、またはこれらを主成分とし他元素を含むものが使用可能である。保護膜6の厚さは、耐腐食性、摺動性から1〜20nm（すなわち10〜200Å）が望ましい。さらには、スペーシングロスを低減させ十分な再生信号を得るために、1〜10nm（すなわち10〜100Å）とするのがより好ましい。また、保護膜6上には、パーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などからなる潤滑膜を設けるのが好ましい。

【0061】上記構成の磁気記録媒体にあっては、基板1上にカーボン下地膜2aその上に $\text{CoZr}$ 系下地膜2bを設けてあり $\text{CoZr}$ 系下地膜2b中にカーบอนを拡散させてあるので、基板と垂直磁性膜との間に設けられた下地膜2はCo、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものである。その結果、非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の結晶を微細化させることができ、その結果媒体ノイズを低減させ、磁気記録媒体のSNR特性を向上

させることができる。

【0062】さらにCoZr系下地膜2bを非晶質構造をなす材料からなるものとすることによって、CoZr系下地膜2bの上に非磁性中間膜4を介して形成される垂直磁性膜5の垂直配向性を高め、ノイズ特性および保磁力をより向上させることができる。

【0063】また、垂直磁性膜5の直下に、hcp構造を有する非磁性中間膜4を設けることによって、垂直磁性膜5の初期成長時における結晶配向性の乱れを防ぎ、垂直磁性膜5の結晶配向性を向上させ、高保磁力化、低ノイズ化を図ることができる。

【0064】上記構成の磁気記録媒体を製造するには、基板1上に、第1下地膜としてカーボン下地膜2a、その上に第2下地膜としてCoおよびZrを含む膜を形成し、第2下地膜に第1下地膜の材料のカーボンを拡散させ、さらにその上に非磁性中間膜4、垂直磁性膜5を順次をスパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティングなどの手法により形成し、続いて保護膜6を、プラズマCVD法、イオンビーム法、スパッタリング法などにより形成する。

【0065】カーボン下地膜2aをスパッタリング法により形成する場合には、上記カーボンを含む材料、例えばカーボンを50at%以上（好ましくは80at%以上）含む材料からなるスパッタリングターゲットが用いられる。このスパッタリングターゲットは、Fe、Al、Sの不純物の含有量が各5質量ppm以下であることが望ましい。このターゲットとしては、焼結合金ターゲットや、溶製法により製造された合金ターゲットを用いることができ、特に、焼結合金ターゲットを用いるのが好ましい。この焼結合金ターゲットは、上記材料の粉末を用い、これをHIP（熱間静水圧プレス）、ホットプレス等の従来公知の方法により焼結したものとすることができる。なお上記材料粉末としては、ガスアトマイズ法等の従来公知の方法により製造したものをを用いることができる。

【0066】CoおよびZrを含む膜をスパッタリング法により形成する場合には、CoおよびZrを含む材料、例えばZrを4at%以上（好ましくは10at%以上）、Coを50at%以上（好ましくは60at%以上）含む材料からなるスパッタリングターゲットが用いられる。このスパッタリングターゲットは、Fe、Al、O、Nの不純物の含有量が各100質量ppm以下であることが望ましい。このターゲットとしては、焼結合金ターゲットや、溶製法により製造された合金ターゲットを用いることができ、特に、焼結合金ターゲットを用いるのが好ましい。この焼結合金ターゲットは、上記材料の粉末を用い、これをHIP（熱間静水圧プレス）、ホットプレス等の従来公知の方法により焼結したものとすることができる。なお上記材料粉末としては、ガスアトマイズ法等の従来公知の方法により製造したも

のをを用いることができる。

【0067】これらの膜を形成するためのスパッタリングの条件は例えば次のようにする。成膜に用いるチャンバー内は真空度が $10^{-4} \sim 10^{-7}$  [Pa]となるまで排気する。チャンバー内に基板を収容して、所望の保磁力を得るように基板を加熱、例えば200～250℃に加熱した後、Arガスを導入して放電させてスパッタ成膜をおこなう。

【0068】次に第2下地膜に第1下地膜の材料のカーボンを拡散させる。ここで、基板の温度を150℃以上として第2下地膜を形成することにより、CoおよびZrを含む下地膜中にカーボン下地膜2aのカーボン材料が拡散されるのでCoおよびZrを含む下地膜は、カーボンを含むCoZr系下地膜2bとなる。基板の温度を調整することによりカーボン下地膜2aよりカーボンをCoZr系下地膜中に拡散させる量を調整できるので、CoZr系下地膜2b中のカーボンの含有量を所望の値に合わせることができる。

【0069】このとき、供給するパワーは0.2～2.0 [kW]とし、放電時間とパワーを調節することによって、所望の膜厚を得ることができる。

【0070】このように、基板の温度を150℃以上にするることにより、第1下地膜であるカーボン下地膜2aに含まれるカーボンを第2下地膜であるCoZr系下地膜中に拡散させる工程を、CoZr系下地膜を形成する工程と同時に実施することができる。よって生産工程が短縮できるので好ましい。

【0071】カーボン下地膜2aの上にCoZr系下地膜を形成する工程の後に、カーボン下地膜2aよりカーボンをCoZr系下地膜中に拡散させる工程を実施しても良い。拡散させる工程としてたとえば、CoZr系下地膜を形成する工程の後に加熱処理を実施することができる。

【0072】潤滑膜を形成するには、ディッピング法、スピコート法などの従来公知の方法を採用することができる。

【0073】上記製造方法で製造された磁気記録媒体にあっては、基板1上にカーボン下地膜2aその上にCoZr系下地膜2bを設けありCoZr系下地膜2b中にカーボンを拡散させてあるので、基板1と垂直磁性膜5との間に設けられた下地膜2はCo、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものである。その結果、非磁性中間膜4および垂直磁性膜5の結晶を微細化させることができ、その結果媒体ノイズを低減させ、磁気記録媒体のSNR特性を向上させることができる。

【0074】また上記製造方法で製造された磁気記録媒体にあっては、垂直磁性膜の結晶粒の平均粒径を50～150Åとすることができる。

【0075】また、上記スパッタリングターゲットによれば、カーボンを含む材料からなるものであるので、カ

ーボン下地膜 2 を容易に作製することができる。よって、上記磁気記録媒体の製造を容易にすることができる。

【0076】また、上記スパッタリングターゲットによれば、Co および Zr を含む材料からなるものであるので、CoZr 系下地膜 2b を容易に作製することができる。よって、上記磁気記録媒体の製造を容易にすることができる。

【0077】図 9 記載の磁気記録媒体は、hcp 構造を有する材料からなる非磁性中間膜 4 を設けたが、本発明の磁気記録媒体はこれに限らず、非磁性中間膜 4 を設けなくてもよい。

【0078】本発明の磁気記録媒体において、第 1 下地膜 2a およびその上の第 2 下地膜 2b は基板 1 と垂直磁性膜 5 との間に設けられていれば良く、基板 1 と第 1 下地膜 2a との間、または第 2 下地膜 2b と垂直磁性膜 5 の間に他の膜が設けられてもよい。

【0079】例えば、CoZr 系下地膜 2b と非磁性中間膜 4 の間または CoZr 系下地膜 2b と垂直磁性膜 5 の間に非磁性の hcp 構造、または fcc 構造からなる非磁性下地膜 7 を設けても同様に SNR 特性を向上することができる。非磁性下地膜 7 としては、Ti、Zr、Ru、Cu から選ばれるいずれかを用いることができる。またその膜厚は 2~50nm (好ましくは 5~20nm) (すなわち 20~500Å (好ましくは 50~200Å)) とするのが好ましい。

【0080】さらに例えば、基板 1 とカーボン下地膜 2a の間に軟磁性膜 8 を設けても同様に SNR 特性を向上することができる。軟磁性膜 8 としては、パーマロイ合金、センダスト合金、Co 非晶質軟磁性材料から選ばれるいずれかを用いることができる。またその膜厚は 100nm 以上 (好ましくは 250~600nm) (すなわち 1000Å 以上 (好ましくは 2500~6000Å)) とするのが好ましい。

【0081】上記構成の磁気記録媒体において、静磁気特性の一つである保磁力を 2500 [エルステッド] 以上 (好ましくは 3000 [エルステッド] 以上。) としたものは好ましい。高記録密度で使用したときの再生信号の低下が少なく再生特性が向上するので、SNR 特性をより向上できるからである。

【0082】

【実施例】以下、具体例を示して本発明の作用効果を明確にする。

【0083】(試験例 1) 図 1 に示すものと同様の磁気記録媒体を次のように作製した。表面に NiP メッキ膜 (厚さ 10μm) を形成し表面をポリッシュしたアルミニウム合金基板 1 (直径 95mm、厚さ 0.8mm、表面平均粗さ 4Å) を DC マグネトロンスパッタ装置 (アネルバ社製 3010) のチャンバ内にセットした。チャンバ内を真空度  $2 \times 10^{-5}$  [Pa] となるまで排気し、

基板 1 を 200℃ まで加熱した後、この基板 1 上に、58at%Co-30at%Cr-10at%Zr-2at%C (以下「Co30Cr10Zr2C」という。) からなる CoZrC 系下地膜 2、60at%Co-40at%Cr (以下、「Co40Cr」という。) からなる非磁性中間膜 4、67at%Co-20at%Cr-10at%Pt-3at%Ta (以下「Co20Cr10Pt3Ta」という。) からなる垂直磁性膜 4 を順次スパッタリングにより形成した。各膜厚は表 1 に示した。垂直磁性膜 4 上には、プラズマ CVD 装置 (アネルバ社製) を用いてプラズマ CVD 法により厚さ 70Å のカーボン保護膜 5 を形成した。カーボン保護膜 5 上には厚さ 20Å のパーフルオロポリエーテルからなる潤滑膜をディッピング法により形成した。

【0084】(試験例 2) 表 1 に示したように、CoZrC 系下地膜 2 を CoCrZrC 系から CoCrZr 系に変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 3~4) 表 1 に示したように、CoZrC 系下地膜 2 の厚さを変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 5~6) 表 1 に示したように、CoZrC 系下地膜 2 の組成を変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 7~9) 表 1 に示したように、非磁性中間膜 4 の厚さを変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 10~14) 表 1 に示したように、垂直磁性膜 5 の厚さを変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 15、16) 表 1 に示したように、垂直磁性膜 5 の組成を変えたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 17、18) 表 1 に示したように、非磁性下地膜 7 を設けたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

(試験例 19、20) 表 1 に示したように、軟磁性膜 8 を設けたこと以外は試験例 1 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0085】(試験例 21) 図 10 に示すものと同様の磁気記録媒体を次のように作製した。表面に NiP メッキ膜 (厚さ 10μm) を形成し表面をポリッシュしたアルミニウム合金基板 1 (直径 95mm、厚さ 0.8mm、表面平均粗さ 4Å) を DC マグネトロンスパッタ装置 (アネルバ社製 3010) のチャンバ内にセットした。チャンバ内を真空度  $2 \times 10^{-5}$  [Pa] となるまで排気し、基板 1 を 200℃ まで加熱した後、この基板 1 上に、カーボン下地膜 2a、60at%Co-30at%Cr-10at%Zr (以下「Co30Cr10Zr」という。) からなる CoZr 系下地膜 2b、60a

t%Co-40at%Cr（以下、「Co40Cr」という。）からなる非磁性中間膜4、67at%Co-20at%Cr-10at%Pt-3at%Ta（以下「Co20Cr10Pt3Ta」という。）からなる磁性膜5を順次スパッタリングにより形成した。各膜厚を表2に示した。垂直磁性膜5上には、プラズマCVD装置（アネルバ社製）を用いてプラズマCVD法により厚さ70Åのカーボン保護膜6を形成した。カーボン保護膜6上には厚さ20Åのパールオロポリエーテルからなる潤滑膜をディッピング法により形成した。

【0086】（試験例22）表2に示したようにカーボン下地膜2aを設けなかったこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例23～24）表2に示したようにカーボン下地膜2aの厚さを変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例25～27）表2に示したようにCoZr系下地膜2bの厚さを変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例28～30、41、42）表2に示したようにCoZr系下地膜2bの組成を変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例31～33）表2に示したように非磁性中間膜4の厚さを変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例34～36）表2に示したように垂直磁性膜5の厚さを変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例37～40）表2に示したように垂直磁性層5の組成を変えたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例43、44）表2に示したように非磁性下地膜

7を設けたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例45、46）表2に示したように軟磁性膜8を設けたこと以外は試験例21と同様にして磁気記録媒体を作製した。

（試験例47、48）製造条件の基板温度を130℃にした以外は試験例21、試験例27と同様にして磁気記録媒体を作成した。

【0087】上記試験例1～46の磁気記録媒体の静磁気特性を振動式磁気特性測定装置（VSM）を用いて測定した。また、これら磁気記録媒体の電磁変換特性を、GUZIK社製リードライトアナライザRWA1632、およびスピンスタンドS1701MPを用いて測定した。電磁変換特性の評価には、磁気ヘッドとして、再生部に巨大磁気抵抗（GMR）素子を有する複合型薄膜磁気記録ヘッドを用い、記録条件を線記録密度250kFCIとして測定した。上記試験例1～46の磁気記録媒体の静磁気特性、電磁変換特性の測定結果を表1および表2に示す。

【0088】また下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域のカーボン含有量をオージェ電子分光法による元素分析で求めた結果を表3に示す。

【0089】また各試験例の下地膜をX線回折装置を用いて回折強度分布を測定し、下地膜2起因のピークが存在しないことを確認した。各試験例について、垂直磁性膜の結晶粒の平均粒径が50～150ÅであることをTEM観察で確認した。各試験例について、X線回折装置を用いたロッキングカーブ法によるX線回折強度分布を測定し、Co（0002）面のピークの半価幅が10度以下であることを確認した。

【0090】

【表1】

	CoZrC系下地膜		非磁性中間膜		磁性膜		静磁気特性	電磁変換特性
	組成 (at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	厚さ (Å)	Hc (Oe)	SNR (dB)
試験例1	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3200	16.4
試験例2	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2600	10.8
試験例3	Co30Cr10Zr2C	10	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.7
試験例4	Co30Cr10Zr2C	1000	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.5
試験例5	Co30Cr10Zr0.3C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.4
試験例6	Co40Zr5C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3100	15.7
試験例7	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	—	Co20Cr10Pt3Ta	300	2800	16.4
試験例8	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	500	Co20Cr10Pt3Ta	300	3200	15.0
試験例9	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	1000	Co20Cr10Pt3Ta	300	3150	11.9
試験例10	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	50	1400	11.2
試験例11	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	1000	3250	15.0
試験例12	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	1500	3100	11.9
試験例13	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co16Cr6Pt3Ta	300	3400	15.0
試験例14	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt2Zr	300	3200	16.0
試験例15	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co22Cr10Pt3B	300	3300	16.9
試験例16	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co18Cr6Pt3Ta2Nb	300	3250	15.9
試験例17	試験例1の条件でCoZrC系下地膜と非磁性中間膜との間にTiを100Å設けた						3000	15.5
試験例18	試験例1の条件でCoZrC系下地膜と非磁性中間膜との間にCuを100Å設けた						3150	15.2
試験例19	試験例1の条件で基板とCoZrC系下地膜との間にNi19Feを50Å設けた						3200	15.7
試験例20	試験例1の条件で基板とCoZrC系下地膜との間にNi19Feを5000Å設けた						3100	15.1

	下地膜				非磁性中間膜		垂直磁性膜		静磁気特性	電磁変換特性
	第1下地膜 (カーボン下地膜2a)	第2下地膜 (CoZr系下地膜2b)								
	厚さ (Å)	Co及びZrを含む材料 の組成(at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	厚さ (Å)	H <sub>c</sub> (Oe)	SNR (dB)	
試験例21	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3200	16.4	
試験例22	—	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2800	10.8	
試験例23	10	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3100	15.7	
試験例24	1000	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3150	15.2	
試験例25	100	Co30Cr10Zr	—	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2350	11.6	
試験例26	100	Co30Cr10Zr	10	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2850	15.3	
試験例27	100	Co30Cr10Zr	1000	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.5	
試験例28	100	Co30Cr2Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2300	10.4	
試験例29	100	Co30Cr5Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3100	15.7	
試験例30	100	Co40Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3100	15.8	
試験例31	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	—	Co20Cr10Pt3Ta	300	2800	16.3	
試験例32	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	500	Co20Cr10Pt3Ta	300	3150	15.2	
試験例33	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	1000	Co20Cr10Pt3Ta	300	3050	11.8	
試験例34	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	50	1500	11.8	
試験例35	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	1000	3200	15	
試験例36	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	1500	3200	11.9	
試験例37	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co18Cr6Pt3Ta	300	3300	15	
試験例38	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt2Zr	300	3000	15.7	
試験例39	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co22Cr10Pt3B	300	3200	16.4	
試験例40	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co18Cr6Pt3Ta2Nb	300	3300	15.8	
試験例41	100	Co30Cr20Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.5	
試験例42	100	Co30Cr30Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2200	11.0	
試験例43	試験例21の条件でCoZr系下地膜と非磁性中間膜との間にTiを100Å設けた							3000	15.5	
試験例44	試験例21の条件でCoZr系下地膜と非磁性中間膜との間にCuを100Å設けた							3150	15.2	
試験例45	試験例21の条件で基板とカーボン下地膜との間にNi19Feを50Å設けた							3200	15.7	
試験例46	試験例21の条件で基板とカーボン下地膜との間にNi19Feを5000Å設けた							3100	15.1	

【0092】

30

【表3】

40

50

	下地膜			非磁性中間膜		垂直磁性膜		静磁気特性	電磁変換特性	界面近傍領域のカーボン含有量
	第1下地膜 (カーボン下地膜2a)	第2下地膜 (CoZr系下地膜2b)								
		厚さ (Å)	Co及びZrを含む材料 の組成(at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	厚さ (Å)	組成 (at%)	Hc (Oe)	SNR (dB)	(原子%)
試験例1	—	Co30Cr10Zr2C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3200	16.4	1.9
試験例2	—	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	2600	10.8	0
試験例5	—	Co30Cr10Zr0.3C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.4	0.3
試験例6	—	Co40Zr5C	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3100	15.7	5.0
試験例21	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3200	16.4	3.8
試験例27	100	Co30Cr10Zr	1000	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	3000	15.5	2.0
試験例47	100	Co30Cr10Zr	100	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	1400	6.8	0.02
試験例48	100	Co30Cr10Zr	1000	Co40Cr	100	Co20Cr10Pt3Ta	300	1900	8.4	0

【0093】表1より以下がわかる。試験例1、2、5、6の比較より、試験例1、5、6の磁気記録媒体は、試験例2の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例1、3、4より、CoZrC系下地膜2を5Å以上設けた磁気記録媒体は、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例1、7～9の比較より、非磁性中間膜4

を500Å以下とした試験例1、7および8の磁気記録媒体は、非磁性中間膜4を500Åを超えるものとした試験例9の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例1、10～12の比較より、垂直磁性膜5を100Å～1000Åの範囲とした試験例1および11は、垂直磁性膜5を範囲外とした試験例10および12の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例1、13～16の比較より、垂直磁性膜5の組成を変えても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例17、18より非磁性下地膜7を設けても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例19、20より軟磁性膜8を設けても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。

【0094】表2より以下がわかる。試験例21～24の比較より、カーボン下地膜2aを5Å以上設けた試験例21、23および24の磁気記録媒体は、カーボン下地膜を設けなかった試験例22の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例21、25～27の比較より、CoZrC系下地膜2を5Å以上設けた試験例21、26および27の磁気記録媒体は、CoZr系下地膜を設けなかった試験例25の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例21、28～30、41、42の比較より、試験例21、29、30および41の磁気記録媒体は、試験例28、42の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例21、31～33の比較より、非磁性中間膜4を500Å以下とした試験例21、31および32の磁気記録媒体は、非磁性中間膜4を500Åを超えるものとした試験例33の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例21、34～36の比較より、垂直磁性膜5を100Å～1000Åの範囲とした試験例21および35は、垂直磁性膜5を範囲外とした試験例34および36の磁気記録媒体に比べ、優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例21、37～40の比較より、垂直磁性膜5の組成を変えても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例41、42より非磁性下地膜7を設けても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。試験例43、44より軟磁性膜8を設けても優れたノイズ特性を有するものとなったことが分かる。

【0095】表3より、また下地膜の垂直磁性膜側の界面近傍の領域のカーボン含有量が0.1～20原子%であるものが好ましいのがわかる。

【0096】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、基板と垂直磁性膜との間に下地膜が設けられ、下地膜はCo、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものであるため、SN

R特性を向上させることができる。

【0097】また、本発明のスパッタリングターゲットによれば、Co、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものであるので、下地膜を容易に作製することができる。よって、上記磁気記録媒体の製造を容易にすることができる。

【0098】また、本発明の磁気記録再生装置によれば、基板と垂直磁性膜との間に下地膜が設けられ、下地膜はCo、Zrおよびカーボンを含む材料からなるものである磁気記録媒体を用いるので、S/N R特性が向上し、高記録密度が可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体の一実施形態を示す一部断面図である。

【図2】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

【図3】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

【図4】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一

部断面図である。

【図5】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

【図6】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

【図7】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

【図8】本発明の磁気記録媒体の他の実施形態を示す一部断面図である。

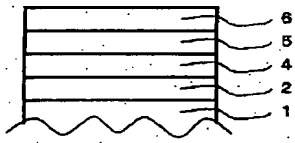
【図9】本発明の磁気記録媒体の別の実施形態を示す一部断面図である。

【図10】図1に示す磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の一例を示す概略構成図である。

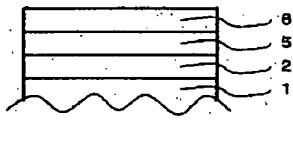
【符号の説明】

1…基板、2…下地膜、2a…第1下地膜、2b…第2下地膜、4…非磁性中間膜、5…垂直磁性層、6…保護膜、7…非磁性下地膜、8…軟磁性膜、9…磁気記録媒体、10…媒体駆動部、11…磁気ヘッド、12…ヘッド駆動部、13…記録再生信号処理系

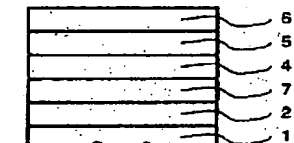
【図1】



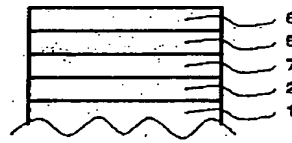
【図2】



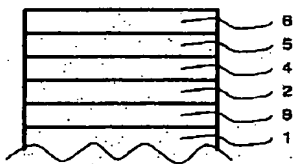
【図3】



【図4】



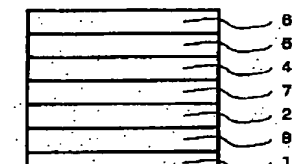
【図5】



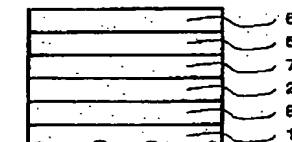
【図6】



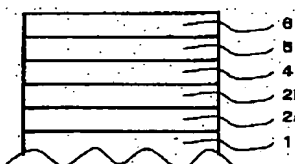
【図7】



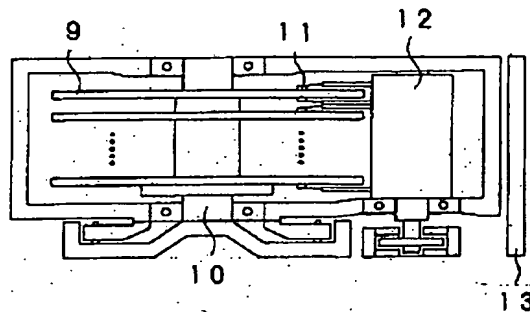
【図8】



【図9】



【図10】





## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	タームコード (参考)
H O I F	10/16	H O I F	10/16
	10/30		10/30
	41/18		41/18
F ターム (参考)	4K029 AA02 BA02 BA06 BA07 BA08 BA13 BA16 BA21 BA33 BA34 BA35 BA41 BB02 BD11 CA05 DC04 DC05 DC39 FA03 5D006 BB01 BB02 BB07 CA01 CA03 CA05 CA06 CB07 5D112 AA03 AA05 AA11 BB01 BD01 FA04 FB02 GB01 5E049 AA04 AA09 BA08 DB01 DB12 DB20 GC02		